
УДК 631.6:631.445.53(574.2)

Канд. с-х. наук Т.Р. Рыспеков*

**ЗАВИСИМОСТЬ ДАННЫХ ПОЧВЕННЫХ ТЕРМОМЕТРОВ ОТ ИХ
РАСПОЛОЖЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ГЕНЕТИЧЕСКИХ
ПОЧВЕННЫХ ТРЕЩИН В СТЕПНОЙ ЗОНЕ КАЗАХСТАНА**

*ТРЕЩИНЫ, МЕЖТРЕЩИННЫЕ ПРОСТРАНСТВА, ОСАДКИ,
ТЕМПЕРАТУРА ПОЧВЫ, ТЕРМОМЕТРЫ ГЛУБИННЫЕ*

В статье предлагается новый подход для анализа данных температуры почвенными термометрами. Эти данные имеют зависимость от расположения термометров, т.е. от удаленности их от генетических почвенных трещин.

Исследования тепловых свойств почв и особенностей годовой динамики их температур необходимы при детальном исследовании всех процессов, протекающих в них, при количественных расчетах соле-, водо- и газопереносов. Колебания температуры почвы – важный компонент почвенного микроклимата. Следуя годичным циклам изменения температуры воздуха, температура почвы оказывает существенное влияние на многие протекающие в ней процессы. С тепловым режимом почв тесно связаны начало и конец вегетационного периода, пространственное размещение растений, характер распространения корневых систем, скорость поступления к корням питательных элементов [4].

По данным [2] климатические условия подзоны типичных (черноземных) степей характеризуются показателями: средняя температура воздуха в июле – 18...20 °С, сумма активных температур – 2200...2400 °С, осадки за год – 370...420 мм, испаряемость – 710...720 мм, коэффициент атмосферного увлажнения – 0,55...0,60. А климатические условия в подзоне сухих степей характеризуются показателями: 20...22 °С, 2400...2600 °С, 320...370 мм, 730...740 мм и 0,45...0,50 соответственно. В Северном Казахстане максимум осадков в большинстве областей приходится на июль-август, с проявлением в весенне-летний период почвенных засух [3]. В работе [6] говорится о климатических особенностях возникновения засух в Казахстане, где приводится

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

критерий Н.В. Бова, параметр S_i предложенный А.А. Педем и других для изучения и определения интенсивности засухи. Климатический коэффициент Бова использует в своей работе Васько И.А. [1].

Авторы [6] при изучении интенсивности атмосферно-почвенной засухи на i -й станции решили не учитывать почвенную засуху. Они пишут: «Поскольку данные по влагозапасам деятельного слоя почвы, необходимые для определения атмосферно-почвенных и почвенных засух, не имеют длительного периода наблюдений, поэтому в этой работе рассматривались только атмосферные засухи...». В книге [7] говорится, что почва представляет собой многофазную капиллярно-пористую систему, теплопередача внутри которой осуществляется одновременно: теплопроводностью внутри частиц – элементов твердой фазы и в местах их непосредственных контактов; излучением от частицы к частице; конвекцией и теплопроводностью в межпоровом пространстве и в результате переноса влаги. А нахождение температурного поля в среде, где действуют все эти факторы, является задачей исключительной сложности.

Исследования [1, 6] и др. показали существование проблемы в данном регионе по вопросам прогноза почвенных засух и приблизили нас к идеи о выделении существенной роли генетических трещин в формировании температурного режима почв степной зоны Казахстана [5]. Исследуемые трещины, несомненно, участвуют в этих процессах, но про них сложно было говорить на тот момент, потому что еще не была выяснена их функциональная роль.

Автор поставил перед собой цель – использовать статистические данные по температуре почвы для того, чтобы показать зависимость температурных данных от расположения почвенных термометров на трещине, в центре межтрещинного пространства (МП) и между ними. В дальнейшем это можно будет применить для более точного расчета теплового баланса почвы исследуемой территории. Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- показать функционирование трещиноватой почвы в летний период;
- показать изменение температуры почвы до осадков, во время и после их выпадения на различных глубинах, как их зависимость от наличия почвенных трещин;
- показать схемы вариантов расположения почвенных термометров и их зависимость относительно расположения в трещине, межтрещинном пространстве и между ними.

Температура почвы определяется притоком солнечной радиации и тепловыми свойствами самой почвы. Поэтому в связи с функционированием трещин в почвах степной зоны Казахстана предлагается учитывать эти особенности для установления более точного температурного режима почвы.

На данный момент времени почвенные термометры установлены на всех метеостанциях без учета от расположения трещин. Однако, при этом нарушается принцип целостности функционирования экосистемы.

Летом, когда раскрываются трещины, то возникают дополнительные векторы движения потоков вещества и энергии. На определенных участках почвы образуются боковые, диагональные и вертикальные движения потоков тепла, влаги, солей и т.п. (рис. 1). Возникновение дополнительных векторов движения вещества и энергии, связанных с трещинами, создаёт новый подход к анализу температуры в профиле почвы степной зоны Казахстана в летний период.

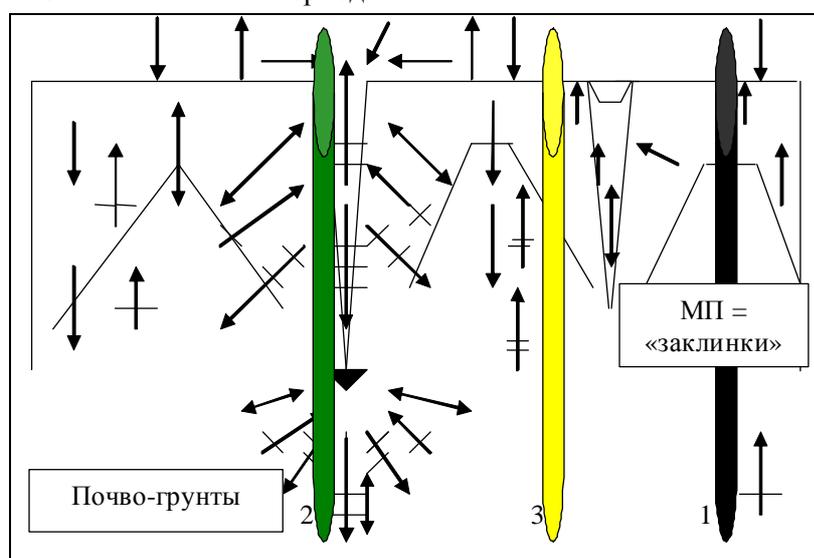


Рис. 1. Возможные варианты расположения вытяжных термометров ТТ №160 в почвах степной зоны Казахстана. 1 – наиболее стабильные показатели в центре межтрещинных пространств; 2 – наиболее динамичные данные на линии трещин; 3 – промежуточные данные между крайними точками, то есть между центром МП и трещиной.

Только участие в экспедициях по территории Северного Казахстана показало нам, что почвы (от каштановых до обыкновенных черноземов) этих территорий с поверхности и до почво-грунтов имеют трещины. Для выявления их роли следует рассмотреть множество элементов объекта в

совокупности отношений и связей между ними, а в нашем случае – еще и с учетом вариабельности температуры почвы на разных глубинах.

Анализ химических, биологических, физических, морфологических, теоретических данных на протяжении многих лет позволил сформулировать состояние почв и функцию трещин в процессах растворения, осаждения, испарения, диффузии и т.д. в середине лета. Анализ температуры почвы в летний период за 1986...2006 гг. позволяет вывести такие показатели как теплообмен в элювиальном слое почвенного профиля, теплопроводность почвы, которые являются актуальными на современном этапе. Эти показатели связаны с переносом компонентов газовой смеси или раствора под влиянием разности температур.

Считается что теплопроводность минеральной части в среднем в 100 раз больше, чем воздуха, а воды – в 28 раз. Поэтому чем влажнее почва, тем больше ее теплопроводность, а чем рыхлее – тем теплопроводность меньше [4]. Такой подход характерен для всех классических почв с горизонтальным расположением генетических горизонтов. Тепловой режим почвы может быть всесторонне описан на основе совместного рассмотрения процессов молекулярной теплопроводности в почве и турбулентной теплопроводности в контактирующем с ней слое воздуха [7]. Но имеются еще и другие примеры, где теплопроводность имеет более сложный характер.

Сложный характер теплопроводности изучаемой нами почвы связан как с разным увлажнением почвенных частей, так и с разной скоростью высыхания, из-за которого может быстро измениться температура на глубине в местах прохождения трещин. Причина и вариабельность этих быстрых изменений температуры почвы, кроется в том, что поступление тепла или холода по трещине может быть более глубокой, чем на межтрещинном пространстве (рис. 1).

Поэтому на этой территории следует производить измерение температуры почвы с учетом таких особенностей. Необходимо интерпретировать данные в зависимости от расположения почвенных термометров, с учетом их удаленности от почвенных трещин. А также учитывать роль «разовых» осадков на изменение температуры верхних и нижних слоев почвы.

Такой подход уменьшит «подозрительную» вариабельность данных термометра или объяснит противоречивые данные между показателями близлежащих почвенных термометров, которые вызваны функциями трещин этой территории. Мы пересмотрели имеющиеся данные с привязкой на то, что эти два факта: высокая вариабельность почвенной темпера-

туры и функции почвенных трещин не увязаны между собой. Вариабельность данных почвенных температур усиливается или уменьшается в зависимости от расположения установленных почвенных термометров – от расстояния и положения генетических почвенных трещин. В данном случае автор имеет новый взгляд на стационарные данные температуры почвы – это когда термометры расположены на самой трещине, по центру межтрещинного пространства (МП) или между ними.

Проведен анализ статистических данных М Диевская, М Кушмурун, М Комсомолец и других о температуре на разных глубинах в почве в летний период за 1986...2006 гг. Например, возьмем анализ температуры верхних слоев почвы в подзоне очень сухих степей в летний период. Воспользуемся для этого посуточным определением максимально выпавших осадков и данными по температуре почвы в эти сроки.

По данным М Аркалык максимально разовые осадки выпали: 22,3 мм – 07.06.2003; 25,4 мм – 01.07.1987; 51,6 мм – 05.07.2003; 33,2 мм – 13.07.2005 гг. Осадки 51,6 мм выпали после 2-х дневных выпавших осадков объемом 4,6 и 9,3 мм. Следующие 2 дня также зафиксированы осадки – 10,1 и 6,4 мм. 08.06.2003 г. мы наблюдаем, что температура почвы в слоях 15 и 20 см ниже по сравнению с температурами до и в день выпадения осадков (табл. 1). В июльские и августовские дни эта закономерность сохраняется. В некоторые определяемые сроки температура почвы, после выпадения осадков, понижается и в остальных слоях (табл. 1). Максимальная разница температуры почвы до и после осадков 33,2 мм – 13.07.2005 г. на глубине 0,5 см – 9,4 °С; 10 см – 7,3 °С; 15 см – 6,2 °С; 20 см достигает 5,5 °С.

Теперь сравним осадки 25,4 мм – 01.07.1987 г. с осадками 51,6 мм – 05.07.2003 г., температура во всех случаях выше 01.07.1987 г. К исходному температурному состоянию почва приходит только 09.07.87 г. А при осадках 51,6 мм температура почвы возвращается к исходному положению (05.07.) 10.07. Без особых расчетов установить закономерности между этими двумя сроками трудно, так как имеются дни, когда осадки выпадали и в последующие дни после разовых осадков, и в предыдущие. В таких случаях использование данных более глубоких слоев должно принести свои результаты, то есть дать более точные характеристики.

Составление табл. 1 произведено без учета конкретного местоположения почвенных термометров в результате анализа статистических

данных температуры различных почвенных глубин и статистических данных количества выпавших осадков на метеостанции.

Таблица 1

Сравнение температуры почвы (°С) до, в тот же день и после выпадения максимально разовых осадков (по данным М Аркалык)

Температура почвы в день выпадения осадков, до и после них	Слои почвы, на глубине (см)				
	0 max	0,5	10	15	20
Температура почвы и количество осадков 22,3 мм – 07.06.03	12,0	11,1	12,6	13,5	13,6
Температура до осадков 06.06.03	35,0	16,5	16,4	15,8	15,9
Температура после осадков 08.06.03	23,0	13,1	13,0	12,7	12,8
Температура почвы и количество осадков 25,4 мм – 01.07.87	51,0	23,8	24,5	23,9	23,3
Температура до осадков 30.06.87	50,0	25,3	25,0	23,8	23,1
Температура после осадков 02.07.87	33,0	21,3	21,8	21,7	21,4
Температура почвы и количество осадков 51,6 мм – 05.07.03	24,0	17,9	17,4	17,6	17,6
Температура до осадков 04.07.03	28,0	20,4	19,0	18,7	18,4
Температура после осадков 06.07.03	31,0	18,3	17,6	17,3	17,2
Температура почвы и количество осадков 33,2 мм – 13.07.05	24,0	17,0	18,4	19,1	20,1
Температура до осадков 12.07.05	44,0	23,3	23,1	22,5	22,2
Температура после осадков 14.07.05	23,0	14,9	15,8	16,3	16,7
Температура почвы и количество осадков 41,4 мм – 27.08.87	20,0	14,9	16,4	17,0	-
Температура до осадков 26.08.87	28,0	17,7	18,6	18,9	-
Температура после осадков 28.08.87	20,0	12,0	13,1	14,1	-
Температура почвы и количество осадков 28,6 мм – 11.08.92	24,0	17,6	19,0	19,4	19,8
Температура до осадков 10.08.92	48,0	22,2	22,0	21,4	21,0
Температура после осадков 12.08.92	27,0	16,6	17,0	17,4	17,7
Температура почвы и количество осадков 25,2 мм – 19.08.1993	24,0	14,7	16	17,1	17,2
Температура до осадков 18.08.93	24,0	20,5	21,8	21,8	20,9
Температура после осадков 20.08.93	30,0	15,8	16,1	16,4	16,4
Температура почвы и количество осадков 22,0 мм – 25.08.01	18,0	15	16,7	17,6	18,1
Температура до осадков 24.08.01	44,0	18,2	18,4	18,4	18,6
Температура после осадков 26.08.01	26,0	13,4	14,0	14,9	15,7
Температура почвы и количество осадков 23,2 мм – 01.08.04	33,0	17,3	18,2	19,5	19,5
Температура до осадков 31.07.04	29,0	20,3	21,1	22,1	21,6
Температура после осадков 02.08.04	25,0	16,8	17,9	18,3	18,3
Температура почвы и количество осадков 20,9 мм – 06.08.04	23,0	14,9	16,2	15,8	15,8

Температура почвы в день выпадения осадков, до и после них	Слои почвы, на глубине (см)				
	0 max	0,5	10	15	20
Температура до осадков 05.08.04	18,0	14,8	15,7	16,6	16,7
Температура после осадков 07.08.04	30,0	15,2	15,3	15,9	15,7
Температура почвы и количество осадков 38,9 мм – 21.08.05	23,0	17,8	19,3	20,4	-
Температура до осадков 20.08.05	46,0	23,9	23,0	22,4	-
Температура после осадков 22.08.05	17,0	12,8	13,9	15,4	-

Для другого примера рассмотрим влияние выпавших максимально «разовых» осадков в подзоне умеренно-засушливой степи на температуру почвы в июне и июле. Воспользуемся данными вытяжных термометров: ТТ №20, ТТ №40, ТТ №80, ТТ №160, ТТ №320 (табл. 2). Здесь проанализированы данные только за период 1986...1990 гг.

При выпадении осадков количеством 39,9 мм – 02.07.1987 г. разница в слое 20 см до и после их выпадения составила 4,1 °С в сторону уменьшения. При выпадении еще большего количества осадков 55,8 мм – 10.07.1989 г. разница достигла 6,5 °С в этом слое. Увеличение количества осадков повлияло на температуру почвы в слое 40 см, в этом слое температура тоже понизилась, но не так сильно. Однако, почти, во всех случаях после выпадения «разовых» осадков на глубинах 80, 160 и 320 см температура почвы повышалась, особенно хорошо это видно на глубинах 160 и 320 см. Температура после осадков 12.07.1989 г. на глубинах – 80, 160 и 320 см самая высокая. Автор также учитывает то, что сама почва прогревается с глубиной и 25.07.1986 г. на глубине 320 см температура почвы выше, чем во все остальные сроки наблюдения. Разовые осадки способствуют опусканию теплого воздуха верхних слоев на глубины – 80, 160 и 320 см.

Если при безоблачном небе наблюдается интенсивное прогревание воздуха от подстилающей поверхности, то выпадение «разовых» осадков вызывает сжатие воздуха подстилающей поверхности, который уже будет вынужден двигаться в нижние слои. Принято считать, что изменение температуры почвы и атмосферного давления, ветра и уровня грунтовых вод также вызывает объемные изменения воздуха в почве и, как следствие, общий ток его из почвы или в почву.

Поступление влаги в почву с осадками в нашем случае, возможно, вызывает более быстрое перемещение теплого воздуха верхних горизонтов почвы в нижние. В работе [7, стр. 150-151] упоминается, что силы поверхностного натяжения при заполнении пор меньше, чем при осушении их, капиллярное давление при сушке выше, чем при смачивании, при одном и том

же значении давления. В нашем случае из этого можно сделать вывод. Получается что, выдавленный «разовыми» осадками теплый воздух верхних горизонтов передвигается не только в нижние горизонты, но еще быстрее и больше из межтрещинных пространств в трещины. Следует так же считать и то, что изменение температуры в трещине влияет на остальную почвенную массу, а также на почвенные термометры и их данные.

Составление табл. 2 произведено без учета конкретного местоположения почвенных термометров в результате анализа статистических данных температуры различных почвенных глубин и статистических данных количества выпавших осадков на определенной метеостанции.

Тепловые и влагообменные процессы переплетены и перекрещены между собой и представляют собой единый энергетический акт тепломассопереноса [7]. В эти переплетения и перекрещивания летом при раскрытых трещинах следует добавить тепловой поток, который может быть направлен от поверхности вглубь почвы под углом и вертикально (летом, днем).

Таблица 2

Сравнение температуры почвы (°С) до, в тот же день и после выпадения максимально разовых осадков (по данным М Комсомолец Карабалык)

Температура почвы в день выпадения осадков, до и после них	Слои почвы, на глубине (см)				
	20	40	80	160	320
Температура почвы и количество осадков 21,8 мм – 17.06.86.	14,6	13,7	11,6	7,9	4,4
Температура до осадков 16.06.86.	15,8	13,7	11,5	7,8	4,3
Температура после осадков 18.06.86.	14,4	13,5	11,6	8,0	4,4
Температура почвы и количество осадков 22,7 мм – 26.07.86	18,9	17,8	15,6	11,7	6,4
Температура до осадков 25.07.86	19,7	17,5	15,2	11,7	6,6
Температура после осадков 27.07.86	19,3	17,9	15,8	11,7	6,7
Температура почвы и количество осадков 39,9 мм – 02.07.87	20,8	19,7	15,3	9,6	4,9
Температура до осадков 01.07.87	24,6	19,8	15,1	9,5	4,8
Температура после осадков 03.07.87	20,5	18,8	15,4	9,8	5,1
Температура почвы и количество осадков 46,9 мм – 08.07.88	20,3	18,9	15,6	10,7	5,3
Температура до осадков 07.07.88	23,4	19,0	15,3	10,5	5,3
Температура после осадков 09.07.88	19,7	18,4	15,6	10,8	5,4
Температура почвы и количество осадков 21,7 мм – 15.07.88	20,5	19,0	16,3	11,6	5,8
Температура до осадков 14.07.88	21,0	19,2	16,2	11,5	5,7
Температура после осадков 16.07.88	21,1	18,9	16,5	11,7	5,8
Температура почвы и количество осадков 55,8 мм – 10.07.89	23,1	19,6	15,9	12,4	5,9

Температура почвы в день выпадения осадков, до и после них	Слои почвы, на глубине (см)				
	20	40	80	160	320
Температура до осадков 09.07.89	25,1	19,5	15,7	12,2	5,8
Температура после осадков 11.07.89	18,6	18,5	16,1	12,5	5,9

Механизм опускания теплого воздуха верхних слоев на глубины – 80, 160 и 320 см, скорее всего, связан с дальнейшим его смещением в глубь через трещинную и поровую части и со смыканием верхней части почвы от осадков. Увеличение температуры связано с ролью трещин, а неизменность – удаленностью от трещины (25 – 27. 07.1986 г. 160 см, курсив) на этих глубинах, то есть как их зависимость от наличия расстояния до почвенных трещин.

В соответствии с рис 2 показаны варианты формирования различных участков почвы, влияющих на определение температуры почвы Савиновскими или вытяжными термометрами.

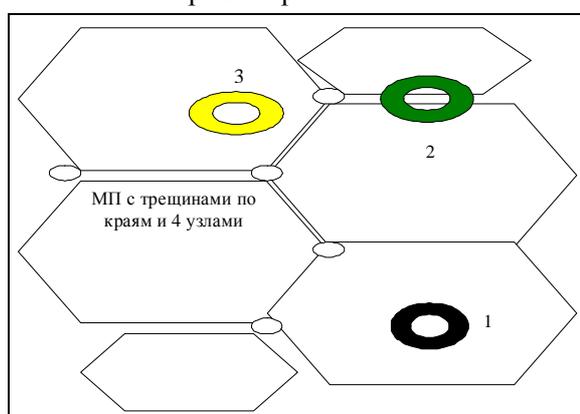


Рис. 2. Возможные варианты расположения Савиновских или вытяжных термометров и их показатели на почвах степной зоны Казахстана. 1 – наиболее стабильные показатели в центре межтрещинных пространств; 2 – наиболее изменчивые данные на линии трещин; 3 – промежуточные данные между крайними точками, то есть между центром МП и трещиной.

Выводы

1. Необходимо учитывать раскрытие трещин в летний период в зависимости от увлажненности почвы, выпадения осадков и их количества в разные периоды времени.

2. Производить измерение температуры почвы и расположение почвенных термометров с учетом почвенных трещин. А также учитывать важную роль «разовых» осадков, влияющих на температуру нижних слоев почвы.

3. Проводить климатический мониторинг, связанный с раскрытием роли трещин при различных метеорологических условиях, который позволит в дальнейшем усовершенствовать прогнозные данные.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васько И.А. Зависимость урожайности яровой пшеницы от метеорологических факторов / Интенсификация почвозащитного земледелия в Северном Казахстане. – Целиноград; 1989. – С. 3-12.
2. Готовец А.Ф., Нестеренко А.М., Шевченко В.А., Миллер А.А. Интенсивные технологии возделывания яровой твердой пшеницы в Казахстане / К вопросам агротехники полевых культур в Северном Казахстане. – Целиноград: 1987. – С. 22-36.
3. Николаев В.А. Ландшафты азиатских степей. – М.: МГУ, 1999. – 287 с.
4. Почвоведение в 2 частях / Под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. – М.: Высшая школа, 1988. – 400 с.
5. Рыспеков Т.Р. Механизм развития трещин на освоенных почвах Северного Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 2004. – № 2. – С. 140-143.
6. Турулина Г.К., Сулейменова Г.Т. Климатические особенности возникновения засух в Казахстане // Хабаршы-Вестник, Серия географическая. – 2001. – № 2 (13). – С. 75-84.
7. Чудновский А.Ф. Теплофизика почв. – М.: Наука, 1976. – 352 с.

Поступила 28.03.2012

Ауыл.-шар. ғылымд. канд. Т.Р. Рыспеков

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ДАЛА АЙМАҒЫНДА ТОПЫРАҚ ТЕРМОМЕТРЛЕРІ МӘЛІМЕТТЕРІНІҢ ГЕНЕТИКАЛЫҚ ТОПЫРАҚ ЖАРЫҚШАЛАРЫНА ҚАТЫСТЫ ОРНАЛАСУЫНА ТӘУЕЛДІЛІГІ

Мақалада топырақ термометрлері арқылы температура мәліметтерін талдау жайлы жаңа әдіс ұсынылды. Бұл мәліметтерде термометрдің орналасу тәуелділігі бар, яғни олардың генетикалық топырақ жарықшаларынан алыстауына байланысты.